

ETNOMATEMÁTICA E A CULTURA DA SALA DE AULA¹

Marcelo C. Borba
Departamento de Matemática
Pós-Graduação em Educação Matemática
UNESP-Rio Claro, SP

1. Introdução

Nos últimos dez anos, o tema cultura e educação encontra-se presente com frequência na literatura de educação matemática. Dentre as diversas vertentes que buscaram relacionar essas duas noções, pode-se selecionar duas: a primeira que aparece agrupada sob o termo etnomatemática (D'Ambrosio, 1985) tem investigado a matemática praticada por diversos grupos musicais. Um outro grupo de pesquisadores parece ter desenvolvido trabalhos que se agrupam em torno da expressão "cultura da sala de aula", restringindo-se a trabalhar com a matemática desenvolvida na sala de aula. Neste artigo, pretendo debater alguns dos pontos levantados por esses grupos, procurando estabelecer "pontes" e diferenças entre os enfoques.

Relatarei duas experiências, por mim desenvolvidas, que – creio – podem ajudar na discussão sobre essas duas vertentes. A primeira realizada em uma favela, num contexto "não formal" de educação, foi a primeira pesquisa feita no Brasil usando a noção de etnomatemática (Borba 1987a, 1987b) e a segunda, feita em uma escola nos Estados Unidos, foi feita sob inspiração do primeiro estudo. No final deste

artigo, retomarei a discussão de natureza mais teórica que se segue nesta primeira parte do artigo.

A etnomatemática pode ser vista como um campo de conhecimento intrinsecamente ligado a grupos culturais e a seus interesses, sendo expressa por uma (etno) linguagem também ligada à cultura do grupo, a seus *ethnos*. Atualmente, na sociedade complexa onde vivemos, onde a maioria dos grupos culturais estão ligados uns aos outros e uma dada pessoa pertence a vários grupos culturais, as etnomatemáticas produzidas expressam esta complexidade do entrelaçamento cultural. A etnomatemática vista como uma linha de pesquisa tem proporcionado diversos "insights" acerca de tópicos educacionais desde os meados dos anos 70. O trabalho de Masingila (1992) e Milroy (1992), dentre outros, mostra

como a etnografia de colocadores de tapetes e carpinteiros, respectivamente, representa matemáticas bem distintas das usadas em sala de aula e na vida acadêmica. Esses trabalhos sugerem que a "situação" em que esses estudos são feitos é fundamental para a conceitualização da matemática desenvolvida pelos que estão envolvidos nesta prática.

Estudos como Borba (1987a)², dentre outros, sugerem que práticas educacionais podem ocorrer em "arenas" educacionais, como um grupo comunitário de uma favela. Nesse estudo (Borba, 1987b, 1988) discute-se como

A etnografia de colocadores de tapetes e carpinteiros representa matemáticas bem distintas das usadas em sala de aula e na vida acadêmica.

(1) Embora a responsabilidade sobre o escrito seja minha eu gostaria de agradecer os comentários feitos, em versões preliminares desse texto, pela professora Doutora Maria Bicudo da UNESP-Rio Claro, por Telma de Souza, aluna da UNESP-Rio Claro, e pelo professor Doutor João Pedro Ponte da Universidade de Lisboa e professor visitante da UNESP-Rio Claro.

(2) Existe uma série de tentativas do uso de etnomatemática em educação "formal" e "informal", mesmo por autores que não usam esse termo. As diversas propostas sinalizam diversas concepções que esses autores têm sobre etnomatemática e educação. Alguns exemplos são Ascher (1984), Gerdes (1988), Nobre (1989), Garraher & Shliemann (1987). Se o leitor se interessar pela propriedade do uso da expressão etnomatemática, pode encontrar uma primeira discussão sobre o assunto em Borba (1987a, 1988), onde essas e outras expressões correlatas são comparadas. Para uma recente discussão acerca de etnomatemática ver o debate editado por Ernest (1992).

uma pesquisa etnográfica da matemática praticada pelos meninos e meninas de uma comunidade pode ser utilizada como uma "alavanca epistemológica" (vide Borba 1993 para detalhes), ou seja, como ponto de partida que impulsiona quem conhece para novas explorações, as quais são desenvolvidas também com o auxílio do professor/pesquisador.

Nesse trabalho, é também evidenciado como a geração de problemas, pelos meninos e meninas, que expressam as "preocupações" relevantes daquela cultura, pode servir como base para atividades educacionais em que eles interagem com o pesquisador/professor. Essas atividades educacionais se caracterizam pelo aspecto mais aberto da escola "informal" do centro comunitário, embora tenham, em alguns momentos, atingido dinâmica típica de uma escola formal. Uma das limitações desse enfoque tem sido a prevalência de trabalhos realizados com grupos fora do sistema formal de educação, tendo pouco a dizer, baseado em pesquisas, sobre sistemas formais. Em outras palavras, embora essas pesquisas possam sugerir várias críticas e propostas para o sistema formal, pouca pesquisa tem sido feita na sala de aula, baseada no enfoque etnomatemático até há bem pouco tempo.

Por outro lado, surgiu nos anos 80, e se encontra em desenvolvimento até hoje, um segundo grupo de estudos sobre a cultura da sala de aula. Esses estudos (Schoenfeld, 1987; Lave, Smith, & Butter, 1988), de forma semelhante aos abordados no parágrafo anterior, abordam a sala de aula, como uma microcultura que envolve e muitas vezes usa a noção de que a aprendizagem é situada (Lave, 1988) como uma forma de justificar que temos que pensar no ensino da sala de aula como uma situação particular na qual a "transferência" de experiências, oriunda de outras situações educacionais, não parece ser possível. Além disso, autores como Schoenfeld (1987) argumentam

que "estudantes devem experimentar matemática de uma maneira que seja coerente, ou seja, de modo semelhante a que os matemáticos a experimentam" (Schoenfeld, 1987, pp. 213). Nessa linha de argumentação, é preciso criar uma cultura na sala de aula, inspirada na prática dos matemáticos, criando-se assim uma cultura de matemáticos na sala de aula. Os alunos, ao conviverem com o "mestre" matemático, aprenderiam por via de um processo, em que eles, como participantes periféricos (Lave & Wenger, 1991) da prática do mestre, se engajariam em um processo de se tornarem cada vez mais competentes.

a matemática desenvolvida por matemáticos talvez não seja a mais importante para ser seguida por estudantes que, em sua maioria, não se tornarão matemáticos

Esse segundo grupo de trabalhos, embora tenha como intersecção, com o primeiro, a noção de microculturas em sociedades complexas, aparenta, em muitas versões, ter uma imensa diferença dos trabalhos do primeiro grupo. Enquanto os trabalhos do primeiro grupo parecem incentivar uma diversidade cultural através da va-

lorização da matemática de diversos grupos culturais (Borba, 1990a, 1992; Knijnik 1993), o segundo grupo parece presumir que a matemática como a praticada por especialistas é superior. O fazer matemática dos matemáticos é então visto como o modelo normativo, que deve ser seguido em sala de aula pelos professores para que os alunos possam ir vivenciando aos poucos a experiência desse matemático/professor.

Embora esse grupo de trabalhos traga a noção de cultura para a sala de aula de uma maneira que pode ajudar-nos a entendê-la na medida em que olha para essa sala como um grupo que tem uma dinâmica própria, existem pelo menos dois problemas com esse enfoque. O primeiro é que a matemática desenvolvida por matemáticos talvez não seja a mais importante para ser seguida por estudantes que, em sua maioria, não se tornarão matemáticos e,

(3) "student's experienced mathematics in a way that made sense, in a way similar to the way mathematicians live it".

portanto, não deveria ser a única a ser norma na sala de aula. O segundo é a valorização de uma única matemática desenvolvida por um único grupo cultural, mesmo que esse grupo cultural seja aquele que é eleito pela sociedade como o especialista para estudar essa matéria. Essa "mono-valorização" só pode levar a uma política excludente em relação aos grupos de estudantes que tenham poucas afinidades com os valores "embutidos" na prática dos matemáticos, entendidos também como um grupo cultural que produzem, portanto, sua etnomatemática (Borba 1990a, 1992).

Como solucionar os limites desse segundo enfoque? Pode-se pensar, como parece ocorrer em grande parte do movimento de matemática multicultural nos Estados Unidos, que a solução seria uma superposição de matemática de diversos grupos. Por exemplo, seriam ensinadas "matemática chinesa", "africana", "egípcia", "de carpinteiros", "academia", etc... na sala de aula, gerando dessa forma uma democracia na sala de aula, um ponto não enfatizado em grande parte dos trabalhos de "cultura em sala de aula". Bom, o problema com essa solução é também múltiplo. Primeiro, pode-se questionar se exemplos africanos são necessariamente positivos para quem tem ascendência africana, mesmo que entenda que a dominação nos livros de matemática de exemplos em que só homens, em geral brancos, aparecem em posição de poder não seja muito educativa para estudantes de ambos os sexos. Mais do que isso, pode-se questionar se esse somatório de exemplos diversos trará diversidade na sala de aula, na medida em que talvez a "roupagem cultural" manteria intacta e inquestionável a prática dos matemáticos e dos livros didáticos e a maneira que escolheram de organizar o conhecimento. Parece que, nessa possível resposta, outras formas de ver a matemática, que pudesse ser mais atraente para diversos grupos que frequentam essa "cultura da sala de aula", não são vistas como possíveis.

Por exemplo, seriam ensinadas "matemática chinesa", "africana", "egípcia", "de carpinteiros", "academia", etc... na sala de aula, gerando dessa forma uma democracia na sala de aula.

O problema, subjacente à resposta multicultural" acima, pode estar situado em um modo de pensar mecânico sobre a relação entre cultura e cognição). De acordo com o modelo acima, um problema chinês interessa àquele que tem ascendência chinesa, um problema de rua interessa a um menino de rua, assuntos feministas e femininos só interessam a mulher e assim por diante. Dessa forma, esses diferentes grupos se interessariam por matemática e seriam "empowered" por esse processo. Embora a preocupação com o "empowerment" desses grupos seja positiva, essa visão parece estar imbuída de um preconceito contra esses grupos sócio-culturais. Esses grupos são vistos

como aqueles que só se podem interessar e/ou gerar conhecimentos sobre os que o cerca. Subentendida parece estar a idéia de que somente "grupos especiais" podem pensar sobre temas fora do seu domínio imediato.

Por outro lado, pode-se inferir da crítica feita, por mim, à resposta multicultural que se deve então ensinar o mesmo conteúdo da mesma forma para todos. Mas essa conclusão deve ser evitada na medida em que seria extremamente elitista e etnocêntrica pois estaria ditando, como já previamente argumentado, um padrão normativo de como organizar o conhecimento, e esse padrão seria o dos eleitos especialistas.

Como sair do dilema posto pela proposta multicultural e a etnocêntrica para a sala de aula? Uma saída para esse dilema poderia ser o estabelecimento de uma relação entre cultura e aprendizagem que levasse em consideração, não só as condicionantes eco-culturais do meio, mas também como esse indivíduo se relaciona com este meio, organizando e sendo organizado por ele. Estudos em etnomatemática e em modelagem, citados anteriormente, propõem a participação dos estudantes na elaboração do currículo. Essa participação se daria através da escolha negociada com o professor do tema a ser estudado em um dado curso. Tenho argumentado (Borba, 1990a,

1990b, 1992) que a participação dos estudantes na elaboração do currículo pode ser o passo que permitirá um enfoque mais flexível entre cultura e aprendizagem na medida em que seus interesses estariam presentes nesse currículo. Nesse sentido, o interesse do estudante por um determinado tema é visto como uma parte subjetiva dos grupos culturais dos quais ele participa, assim como o meio ambiente no qual ele "está e é", e as ferramentas com as quais ele lida caracterizam uma parte objetiva desses grupos culturais.

Na dialética entre essa objetividade e essa subjetividade, ambas componentes do cultural do ser, é que podem surgir obstáculos epistemológicos que gerarão um conhecimento "embebido" da maneira cultural da pessoa estruturar problemas, organizar logicamente o mundo e ser organizado por esse mundo. Em sociedades complexas, os interesses desses estudantes caracterizariam a complexidade de entrelaçamento e superposição de grupos culturais de que uma pessoa faz parte, tornando esse interesse uma síntese de várias matrizes. O professor, que também é resultado de processo semelhante, não se deve anular: seus interesses, incluindo a matéria que leciona (matemática, neste caso), devem estar presentes nesse currículo também. Haverá de fato uma negociação durante a fase de escolha dos temas que serão objeto de estudo (currículo) e na própria consecução do estudo proposto pelos alunos e professor. O papel do professor nesse enfoque seria então o de procurar sintetizar os temas aparecidos na sala de aula e ver até que ponto esses temas apresentam intersecção com os que fazem parte da "agenda de ensino" do professor.

Cabe ao professor procurar fazer a "ponte" entre os estudos feitos pelos alunos e outras formas de saber que o professor acredita serem relevantes, aí incluída a etnomatemática acadêmica. O professor procuraria, não só inter-

pretar os anseios dos estudantes, como interpretar e facilitar a compreensão dos textos organizados do saber acadêmico (Garnica, 1992) quando eles se fizerem necessários nas pesquisas desenvolvidas por alunos.

Para substantivar essa discussão, será apresentado, em seguida, o resumo dos resultados de dois estudos; o primeiro realizado numa favela em Campinas, nos anos 80, em uma escola "não-formal". Esse estudo e o desenvolvimento da noção de problema como uma negociação entre os que participam do processo educativo serviram como inspiração para um segundo estudo, realizado nos Estados Unidos. Esse segundo estudo foi organizado em uma escola americana, de classe média, visando explorar se o enfoque de problema, oriundo de alguns trabalhos em etnomatemática, que tem sido usado predominantemente em arenas educacionais não formais, tem chances de ser usado na "sala de aula formal"⁴. Embora, na sala de aula, não deve ser visto como um estudo em etnomatemática no senti-

**Cabe ao professor
procurar fazer a "ponte"
entre os estudos feitos
pelos alunos e outras
formas de saber que o
professor acredita serem
relevantes, aí incluída a
etnomatemática
acadêmica.**

do previamente discutido ou como um estudo da "cultura da sala de aula". Entretanto, pode ser visto como um estudo em sala de aula, inspirado em práticas pedagógicas desenvolvidas no "movimento etnomatemático", que procura investigar as possibilidades de superação de algumas limitações, já anteriormente apontadas, dos estudos feitos na tra-

dição da "cultura da sala de aula". Busquei entender, através deste estudo, como o aluno na sala de aula de uma escola norte-americana vivenciava esse processo pedagógico, inspirado em experiência com os setores populares da região de Campinas. À luz das experiências relatadas, retomarei a discussão entre etnomatemática e cultura da sala de aula na parte final deste artigo.

(4) Como será descrito mais adiante, o estudo foi desenvolvido em uma sala de aula de uma escola americana. Embora essa sala de aula não possa ser considerada típica de uma escola americana, ela pode ser considerada típica daquela escola.

2. Etnomatemática e Educação nos Setores Populares

Nos meados dos anos 80, realizei um estudo etnográfico na favela da Vila Nogueira-São Quirino, em Campinas, SP (Borba, 1987a). Durante aproximadamente seis meses, basicamente, estudei documentos existentes sobre a favela e procurei entender e vivenciar a vida nessa comunidade, visitando-a durante, no mínimo, um dia por semana. Lá, centralizei meus contatos no centro comunitário que, além de reunir uma associação de moradores, reunia também um "núcleo". Esse núcleo, fruto da reivindicação dos moradores junto à prefeitura, constava do uso do barracão-sede do centro comunitário por crianças da favela, supervisionadas por duas "professoras leigas" da prefeitura. Uma equipe interdisciplinar formada por estudantes de graduação e pós-graduação da UNESP-Rio Claro e da UNICAMP, da qual eu fiz parte, começou a desenvolver um trabalho educacional que tinha como eixo a valorização do saber popular na prática educacional, com forte inspiração no trabalho de Paulo Freire.

Para efeito deste artigo, alguns pontos devem ser realçados. Através do convívio com os moradores da favela, da impregnação da sua cultura oriunda desse contato e dos estudos realizados por mim sobre a favela e outros temas, estabeleceu-se uma relação dialógica entre os meninos que freqüentavam núcleo e eu (pesquisador/professor). Este convívio gerou situações em que problemas reais se colocaram para as crianças. Em outras palavras, eles geraram, na sua interação comigo, problemas que valiam a pena ser resolvidos, problemas em que as perguntas diretoras pareciam expressar raízes profundas da sua cultura (Borba, 1987a, 1987b). Primeiro através de um jogo de futebol, do qual o professor era o juiz, um problema sobre medida do campo foi gerado. A partir do episódio que aconteceu durante um jogo, um grupo de meninos trabalhou com a

questão de medir o campo. Esse problema gerou a discussão de questões ligadas à medida, figuras geométricas simples (encontradas na geometria do campo de futebol) e operações aritméticas.

Um outro problema foi relacionado com uma horta. Um grupo de meninos resolveu fazer uma horta nos fundos do centro comunitário como uma forma de obter dinheiro para comprar um jogo de uniforme para o time de futebol. Essa horta durou pelo menos um ano durante mais de seis meses era motivo para discussões entre o professor, os meninos e as monitoras, que envolviam matemática. A discussão de escala foi central e surgiu da interação professor-meninos. Uma planta da horta foi feita com o intuito de organizar a rotação das plantações. Gerar essa planta ocasionou calorosas discussões entre os meninos, durante alguns dias, que culminaram com a "descoberta", de um deles, sobre a no-

ção de escala para mapear a horta na cartolina que eles estavam apresentando.

Dentre outras atividades, a horta possibilitou que uma atividade de ensino "formal" acontecesse no núcleo. Um dos meninos que voltava de uma venda de produtos da horta na rica vizinhança que cercava a favela disse a quantidade de dinheiro que trazia. O professor perguntou quem poderia adivinhar o que ele tinha vendido e por quanto. Perguntas foram feitas ao vendedor sobre por quanto ele estava vendendo cada item da horta. A partir desses dados e de alguma ajuda do vendedor, chegou-se a um consenso do que se tinha vendido. Essa pergunta, entretanto, gerou uma atividade de cerca de três horas consecutivas, em que garotos e garotas, entre 6 e 13 anos, com escolaridade variando entre nenhuma e a quarta série, se desafiavam usando exemplos fictícios.

Por exemplo, eles perguntavam: "Se eu tivesse vendido três quilos de batata a "tantos

Gerar essa planta da horta, ocasionou calorosas discussões entre os meninos que culminaram com a "descoberta" de um deles sobre a noção de escala para mapear a horta na cartolina.

cruzeiros" cada uma e duas cabeças de alface a "tantos cruzeiros" cada uma, qual seria o total de dinheiro que eu teria?" As regras variavam de grupo para grupo e durante o próprio desenrolar da atividade de um dado grupo. Às vezes, eram permitidas "contas escritas", outras vezes, não, na medida em que alguns não sabiam como fazê-las. Outras vezes tudo era permitido, e pouco a pouco as diversas duplas que estavam espalhadas pelo núcleo não me perguntavam mais se dada resposta estava certa ou não. Pode-se ver, nesse exemplo, que eles já estavam usando uma inspiração de um problema real, para criar um jogo que "exercitava" as operações aritméticas, de modo provavelmente mais prazeroso e eficiente do que os "exercícios" de fixação muitas vezes usados na educação formal.

Várias outras atividades foram desenvolvidas. Várias não levaram a nenhuma questão matemática, e outras pararam no meio do caminho por diversos motivos. Mas parece que conhecer a cultura local, estudá-la, respeitá-la, estudar a matemática conhecida pelos pais dos garotos e conhecer os temas com os quais a matemática deles se relacionava, ajudou o professor na sua tarefa educacional, transformando-o em um professor/pesquisador. No próximo item, será visto como a noção de problema desenvolvida nessa prática pedagógica, brevemente discutida acima, poderia ou não ser aplicada em uma cultura completamente diferente; uma escola experimental no estado de Nova Iorque, nos Estados Unidos.

3. Estudantes Participam na Elaboração de Um Currículo em Sala de Aula

A experiência aqui relatada é fruto de um estudo exploratório empreendido nos Estados Unidos. Coerente com a noção de estudo exploratório, a pergunta orientadora desse estudo era do tipo aberto: "como o enfoque pedagógico aplicado por diversos estudos de

etnomatemática, feitos em geral fora da escola, e, em particular, a noção de problema usada por vários desses estudos, podem ser vivenciados em uma escola?". Nesta pesquisa-ação, eu desempenhava o papel de professor e pesquisador. Os dados gerados foram: vídeo-tapes com gravações das aulas e conversas do professor com alunos, reflexões escritas dos alunos entregues ao professor e trabalhos desenvolvidos pelos alunos. Os vídeo-tapes eram assistidos entre uma aula e outra e a análise, a qual ainda se encontra em execução, procura "cruzar informações entre os diversos dados.

Tendo em vista esta pesquisa, em 1990/1991 um curso foi ministrado por mim para estudantes do 1º e do 2º ano do 2º grau⁵ em uma escola em Ithaca, Nova Iorque, Estados Unidos. Este curso tinha a duração de nove semanas e contou com a participação de sete estudantes. Era um curso optativo para esses estudantes. No final do ano escolar americano anterior (maio de 90), o curso foi anunciado, e os interessados poderiam fazê-lo no horário que era geralmente reservado para atividades junto à comunidade (o que no Brasil seria chamado de atividade de extensão, só que desenvolvida por estudantes de 2º Grau). Essas

Essas atividades eram bastante cobiçadas pelos estudantes na medida em que lhes permitiam sair da escola, ter contato com o "mundo exterior".

atividades eram bastante cobiçadas pelos estudantes na medida em que lhes permitiam sair da escola, ter contato com o "mundo exterior" e, muitas vezes, aprender algo em um formato diferente do geralmente adotado em sala de aula. Por isso, o número

de sete estudantes deve ser considerado razoável, na medida em que não mais do que 30 estudantes estariam habilitados a participar do curso. A escola na qual o estudo foi realizado era pequena, com cerca de 250 estudantes de 6ª série do 1º Grau à 3ª do 2º Grau.

Cinco semanas antes do início previsto para o curso, eu, como professor/pesquisador, realizei uma reunião com os alunos. Nessa reunião anunciei que os estudantes poderiam

(5) No sistema americano, os estudantes têm uma grande flexibilidade na escolha das matérias e, portanto, é possível haver alunos em diferentes anos com diferentes cursos de matemática, e eles podem fazer qualquer curso desde que não haja pré-requisito.

usar o programa Probe⁶ (Confrey, 1989) e que gostaria que eles trabalhassem com algo relativo a funções. Os estudantes tinham começado a lidar recentemente com o conceito de função, usando o aplicativo Function Probe (TP). Este aplicativo conta com as janelas para gráficos, tabelas e calculadoras. As três janelas se comunicam e podem fazer uso de expressões algébricas. Nessa reunião, foi também debatido qual seria o tema a ser pesquisado no curso.

Num autêntico "brainstorm", os estudantes propuseram temas que variavam de fractais e o formato do universo até temas como parque de diversões (em especial a montanha russa) e a grande depressão de 1929. Ao final do primeiro encontro, quatro temas pareciam ter uma concordância geral:

- a) montanha russa e parque de diversões;
- b) a grande depressão nos EUA;
- c) McDonald's e o seu impacto no mundo e
- d) a distância entre as nuvens e a terra.

Esses temas, dentre outros apareceram primeiro por escrito e depois, diversas vezes de forma oral. Mais do que isso, esses temas pareciam estar de acordo com quatro critérios adotados por mim, para influir na escolha de um tema dentre os de interesse deles: I) um tema que proporcionasse uma experiência educativa significativa para eles, no sentido defendido por Dewey (1938); II) um tema pelo qual eu também tivesse algum interesse, tema este que se juntaria ao meu interesse central, de saber como que esse enfoque de currículo funcionaria numa escola americana, tornando a experiência mais significativa ainda para mim; III) um tema que ao menos aparentemente interessasse a todos e com certeza não provocasse uma forte reação contrária de algum

membro da turma e; IV) um tema que possibilitasse a interação entre matemática e a situação em que eles tivessem pesquisando.

Entretanto, tanto por escrito como oralmente, não surgia(m) o que seria(m) o(s) pergunta(s) diretriz(es) de cada um desses temas. Além do mais, eu pretendia, se possível, que os temas convergissem para somente um tema de tal forma que a dinâmica da sala de aula pudesse ser mais facilmente administrada.

Em um novo encontro, os quatro temas (a, b, c, d) foram trazidos para a discussão como possíveis temas visando aprofundar o debate sobre o que eles queriam saber. Nessa reunião, todos os te-

mas pareciam não trazer nem uma pergunta diretriz nem exercer uma forte atração nos participantes da reunião.

Nesse "aparente vácuo" uma das estudantes levantou a idéia de inflação, um tema novo, para essa geração, na realizada América dos finais dos anos 80. Eles gostariam de saber como a inflação afetaria suas vidas e como é que ela "nasce". O tema se tornava de especial interesse para eles na medida em que eles, em vias de terminarem o 2º grau, se preocupavam em não conseguir dinheiro para a universidade⁶. Esse tema atendia os pontos I, II, III e IV, visto que parecia rico o suficiente para prender o interesse dos estudantes por um bom tempo; não despertou reação contrária de nenhum membro; é de particular interesse para o professor/pesquisador, visto que inflação é um tema recorrente no seu país de origem, Brasil e, "matematicamente", o tema pode tornar-se bastante rico.

Cinco semanas depois, quando o grupo se reuniu, o tema de inflação continuava contando com o interesse da turma, embora não fosse mais uma unanimidade. O subtema "preço de habitação" parecia ter-se tornado o tema central, e dois alunos queriam trabalhar com

(6) Ao contrário do Brasil, nos EUA, toda a educação do 3º grau é paga. Nos últimos anos o aumento das anuidades tem sido exorbitante, bem acima dos juros pagos pelos bancos por aqueles que conseguiram poupar visando a educação superior dos seus filhos. Em particular, em 90, com a expectativa do início da guerra do golfo persa, havia um clima de grande insegurança econômica. A guerra na verdade se iniciou dias após o término do curso no qual esta parte do artigo se baseia.

outro tema. Esses dois estudantes convenceram-me que eles realmente estavam interessados no tema "fractais" e terminaram por estudar esse tema.

Em seguida, discuti a experiência dos dois grupos que trabalharam com preços de casas e a experiência com os fractais. Os grupos que trabalharam com preço de casas usaram a palavra inflação ("inflation"), bastante no começo, de um modo que parecia indicar variação de preço. Inflação, então, parecia significar flutuação de preço e não necessariamente a idéia de expansão da base monetária e a conseqüente perda do valor aquisitivo da moeda. Nesse sentido, parece que um decréscimo de preço também seria entendido por eles como inflação. Dois grupos se formaram para trabalhar com o tema preços de casas. Embora trabalhassem com o mesmo tema, os dois grupos tiveram dinâmicas bastante diferentes. Um grupo tinha sempre membros ausentes e caminhava bastante devagar nas suas investigações (Grupo 1), enquanto o outro se caracterizava por uma forte coesão e grande dinamismo (Grupo 2).

3.1 A Experiência do Grupo 1 (G1)

O Grupo 1 (G1) despendeu aproximadamente duas semanas para definir as perguntas que guiariam suas investigações. As perguntas eram: "Como fatores políticos, sazonais e de outra ordem afetam o mercado de casas?", "Como é que diferentes regiões geográficas afetam o preço das casas?"⁷ E "Como são esses preços avaliados?"

Em um segundo passo, eles decidiram restringir sua pesquisa ao condado de Tompkins, que era o condado onde a escola se encontrava. Após conseguirem alguns dados através de contatos com agências, restringiram o seu campo de preocupações para a questão ligada à flutuação sazonal do número de vendas de casas em Ithaca, cidade do condado de

Tompkins onde a escola se localizava, e com a questão de como os preços variavam nas diferentes partes da cidade de Ithaca. É possível conjecturar que a restrição das suas perguntas se tenha dado devido à falta de informações obtida para as outras perguntas. A falta de um fácil acesso a informações que conseguissem responder a suas perguntas parece ter impulsionado esses estudantes a restringir suas perguntas de pesquisa, assim como os levou a um certo desânimo.

O trabalho desse grupo parecia marcado por duas fases. A primeira, relativa à coleta de dados e investigação das fontes de dados, pareceu empolgá-los. Posteriormente, na parte da análise de dados, a situação se inverteu, e duas características se tornaram dominantes: a) eles evitavam contato com o professor; b) eles se mostraram pouco envolvidos no trabalho. Embora não se possa afirmar que "a" é conseqüência de "b", pode-se conjecturar tal fator na medida em que se leve em consideração que esse grupo se mostrou basicamente disperso durante a maior parte das atividades, incluindo a sua apresentação final. O grupo chegou a usar Function Probe^C, um aplicativo para computadores Macintosh com janelas gráficas, tabelas e calculadoras, para "plotar" pontos e desenvolver gráficos, mas de um ponto de vista bem trivial, não atentando para nenhuma preocupação de modelagem que fosse além de "plotar" os pontos na janela gráfica. Parece que sua intenção era de se livrar do "pseudoproblema" (Saviani, 1985, Borba, 1990a) o mais rápido possível, na medida em que parecia que nesse momento as perguntas que originalmente pareciam fazer parte do seu campo de interesse não mais o faziam. Dessa forma, eles pareciam apenas querer se livrar do problema com que estavam lidando da forma mais simples possível.

O grupo chegou a usar Function Probe^C, um aplicativo para computadores Macintosh com janelas gráficas, tabelas e calculadoras, para "plotar" pontos e desenvolver gráficos.

(7) No original eles escreveram: "How do politics, seasons and other events affect the housing market?", "How do different geographic regions affect the price of the house?" and "How are house values assessed?". Essas perguntas se encontram registradas também na folha de atividades 3. Essas folhas, as quais eu entregava para eles praticamente toda aula, tinham como objetivo sistematizar o feito por eles, assim como ser um meio de diálogo entre o professor/ pesquisador e os alunos.

Por outro lado, pode-se afirmar que esse grupo estava tomando em suas mãos as opções dadas nesse curso, ou seja, eles estavam optando por desenvolver o trabalho e a matemática, ligada a este trabalho, na exata proporção que lhes convinha. Nesse sentido eles apenas "plotaram" nos gráficos os pontos que coletaram e não buscaram uma postura crítica para analisar esses dados. Uma terceira hipótese pode ser analisada. Talvez eles estivessem necessitando de mais direcionamento por parte do professor. Para sustentar essa conjectura, está o fato de que, quando foi dada a eles a folha de atividades 7, com direções mais claras por parte do professor sobre o que "deveria" ser feito com vistas à sistematização da pesquisa, o grupo atuou de forma bem mais empolgada.

Numa possível combinação dessas três alternativas, poderia concluir-se que os membros do grupo fizeram uso da sua liberdade de escolher o quanto queriam estudar um problema que talvez não os estivesse interessando mais e que talvez uma intervenção maior pudesse incrementar a participação deles, na medida em que uma nova problemática surgisse para eles.

3.2 A Experiência do Grupo 2 (G2)

Contrastando com o outro grupo, G2 teve um começo bastante promissor. Um dos seus membros foi visitar corretoras de imóveis, outro tentava obter dados pelo telefone, e uma terceira participante do grupo, Mayra, foi à biblioteca à procura de referências bibliográficas. De acordo com a descrição de Mayra, em

seu jornal particular⁸, esse momento era de grande importância para ela à medida que ela se sentia soberana sobre o seu processo de ensino.

Essa discussão de modelagem também gerou outras problemáticas típicas da "relação" ser humano-matemática-computador.

G2 primeiramente decidiu se concentrar na análise do mercado local. Por alguma razão não explicitada, eles decidiram mudar o seu objeto de análise. Agora eles queriam estudar a relação entre preços de casas e pessoas de diferentes grupos sociais.

Esse grupo não tinha problemas em pedir auxílio do professor. Em dado momento de suas investigações, por exemplo, eles não hesitaram em afirmar: "Marcelo, nós temos esse gráfico agora, mas não sabemos o que fazer com ele". Nesse momento eles tinham um gráfico com pontos discretos. Vários tópicos "matemáticos" surgiram nessa discussão. O primeiro era relativo à variação daqueles pontos: poderiam eles ser melhor modelados por uma reta, um determinado arco de parábola, ou outra curva? Decidida essa questão, discutiu-se como a função poderia ser transformada (transladada, refletida, esticada, etc...) para se ajustar aos dados que estavam armazenados na janela gráfica do programa Function Probe⁹. Essa discussão era feita entre os membros do grupo, tendo o professor como limites e possibilidades as características do aplicativo Function Probe. Eles puderam, nesse aplicativo, "pilotar" a equação $y=x^2$, $y=x$ e puderam também, usando ícones da janela gráfica, transformar os gráficos das funções através de ações no rato do computador. Essa discussão de modelagem também gerou outras problemáticas típicas da "relação" ser humano-matemática-computador. Como os preços "plotados" estavam na casa dos milhares de dólares, o gráfico de $y=x$ se assemelha à reta $y=0$. O espanto provocado pela discrepância entre os que eles esperavam como gráfico e o que (não)

(8) Os alunos eram incentivados a manter uma correspondência pessoal com o professor sobre temas da escolha dele, aqui denominada jornal. A periodicidade com que eles entregavam seus artigos, assim como o envolvimento com o seu artigo, foi um dos dados utilizados para se avaliar o compromisso de cada aluno com o projeto desenvolvido por ele. A idéia e a importância do jornal escrito é discutida em detalhes por, dentre outros, Powell & Ramnauth (1992) e Powell & Lopez (1989).

(9) Está fora do escopo deste artigo um aprofundamento nas questões "matemáticas", no sentido restrito do termo, nas quais os alunos se envolveram. Entretanto, se você dispuser de uma calculadora gráfica ou de um computador com facilidades gráficas, experimente, por exemplo, plotar duas funções como $y = 5000x - 8000$ e $y = x$ que você terá uma idéia do problema que o Grupo 2 estava vivendo. Se você não dispuser desses meios, pense, com auxílio de papel e lápis, como se parece o gráfico da segunda função depois que a primeira está plotada no plano cartesiano. Se o leitor estiver interessado em problemas relativos a escola e/ou nas especificidades "matemáticas" desenvolvidas por alunos em computador, deve se referir a Borba (1993) e principalmente a Goldenberg et al (1988). Para saber mais sobre Function Probe⁹, veja Confrey (1991), Confrey & Smith (1988) e Borba (1993) e Borba & Confrey (1992).

apareceu na tela do computador gerou uma nova discussão sobre o porquê do acontecido, e naturalmente a questão de escala em mídias desse tipo veio à tona⁹.

Essa discussão "mais matemática" levou o grupo a uma outra discussão, muitas vezes, denominada "menos matemática". Nessa discussão, eles debateram se a matemática usada, ou qualquer matemática seria eficiente para modelar e prever o comportamento da variação de preços. Liderado por Mayra, o grupo argumentava que não existia matemática que pudesse prever o comportamento dos preços de casa analisados, na medida em que a Guerra do Golfo poderia começar ou não, a recessão poderia se aprofundar ou não, etc...

3.3 A Experiência do Grupo 3 (G3)

G3 era um grupo composto por duas pessoas que lutaram para estudar os fractais ao invés de estudar preços de casas. Os membros do grupo argumentaram que, para ser coerente com o espírito do curso, eu deveria permitir que eles estudassem o que eles realmente queriam estudar: os fractais. Após alguma resistência, eu, como professor/pesquisador, concordei com a proposta e tive que começar a estudar fractais rapidamente. Começamos pelo estudo de um texto que, embora fosse bastante difícil para quem não tem costume de ler textos matemáticos, não os desestimulou de sua meta de investigação. Entretanto, para evitar que os estudantes perdessem o ímpeto devido à aridez do texto, comecei a preparar fichas de atividades sobre o tema visando levá-los à construção de algumas noções relativas ao tema fractais. Uma estudante abandonou o curso por problemas particulares, mas o outro estudante, que ficou sozinho, não se intimidou em continuar seus estudos. No final ele conseguiu chegar a uma "descoberta" essencial no tópico fractais: $A^D = C$, onde A é o fator de ampliação, D a dimensão e C o número de cópias obtidas após

uma ampliação "A". Ao perceber que essa fórmula o levava à noção de dimensão não inteira, Mark ficou ao mesmo tempo deslumbrado e "irado". Deslumbrado com a descoberta de algo completamente novo que ele julgava "sobrenatural", e irado por não saber logaritmos, o que evitaria o longo trabalho com a calculadora para achar expoentes não inteiros para um dado fractal.

Ao perceber que essa fórmula o levava à noção de dimensão não inteira, Mark ficou ao mesmo tempo deslumbrado e "irado".

O professor não conseguiu, entretanto, atingir, uma outra meta, que era a de conseguir que Mark estudasse a relação entre fractais e a oscilação de preços de casa. É importante realçar que embora fractais não seja o tema que geralmente se pensa ao discutir-se modelagem na literatura bra-

sileira nessa área, o tema se prestou a uma investigação proveitosa para o aluno, na qual foi usada uma pedagogia "mais tradicional" (tipo estudo dirigido), mas a direção foi escolhida pelo aluno (alunos no começo), que teve assim uma participação também no currículo estudado por eles.

3.4 Reflexões Sobre uma Experiência em Nova Iorque¹⁰

A pesquisa feita na escola americana, da qual os resultados preliminares foram apresentados nesse item, foi inspirada em experiências como as desenvolvidas na favela da Vila Nogueira-São Quirino, de acordo com o relato feito no item 2. Deve-se perguntar que conclusões se podem tirar desse estudo exploratório feito em uma escola americana, e qual a sua importância disso para a educação matemática brasileira e para aqueles que estão envolvidos com práticas e/ou pesquisas na área de modelagem e etnomatemática. Assim, em seguida, apresentei algumas dessas conclusões e na seção final retomarei discussão sobre etnomatemática e a cultura da sala de aula.

(10) Deve ser enfatizado que o relato e a análise feitos nesse estudo são baseados em estudos PRELIMINARES. Uma análise completa ainda precisa ser feita.

3.4.1 O que foi diferente na matemática desenvolvida por esses grupos de outras salas de aula?

Os dois grupos que lidaram com coleta de dados tiveram uma chance de explorar a riqueza e os problemas de trabalhar com dados reais. Esse trabalho confirma o argumento como o de Borba (1990b) e Hancock & Kaput (1990), de que o trabalho com dados reais é relevante. A "Experiência de Nova Iorque" parece sugerir que essa relevância se dá entre outros aspectos com o tipo de matemática que é produzida na sala de aula. Se entendermos por matemática não só os seus resultados, mas também a utilização, geração e questionamento desses resultados, pode-se concluir que trabalhar com esses dados reais permite que os estudantes vivenciem o poder e os limites da aplicação da matemática a um fenômeno que foi eleito como objeto de estudo. O caso de Mayra, participante do G2, parece ser o mais evidente. Ela liderou o grupo na discussão sobre os limites que um modelo matemático pode ter para prever uma situação – flutuação dos preços de casas – que depende da decisão de atores humanos, como no caso da guerra do golfo.

Parece também que a possibilidade de ser crítico sobre os dados coletados, e uso de gráfico também faz parte do envolvimento que se tem com esses dados. O fato do G1 ter-se desinteressado pelo trabalho esteja, talvez, associado ao pouco envolvimento com o tema com o qual estavam trabalhando e com o processo de matematização do mesmo. Se isso for verdade, pode-se concluir que esse exemplo corrobora a noção de que interesse e construção de novo conhecimento (matemático) estão relacionados (Borba, 1992, Saviani, 1985).

Deve-se também notar que o uso de computadores com um aplicativo, que possui representações como tabela, álgebra e gráfico,

possibilitou um trabalho matemático diferente¹¹ na modelagem dos dados plotados no gráfico. No momento em que os dados se encontravam na janela gráfica, a grande discussão entre nós (entre mim e os três estudantes) era se o tipo de crescimento mais se parecia com um "crescimento quadrático", "exponencial" ou "linear" ou alguma combinação entre eles para cada trecho das "curvas de pontos" que eles tinham. Após essa discussão básica, partimos então para, através de transformações nos gráficos de funções prototípicas (Confrey & Smith, 1991), como $y=x^2$, $y=a^x$ e $y=x$, adaptarmos estas funções prototípicas aos pontos. A discussão da equação e do significado dos coeficientes de uma "função transformada" pôde ficar para o final. É essencial notar que nessa atividade, já suficientemente complexa para o grupo, o papel do compu-

tador pode ter sido o de deixar de lado a parte aritmética do processo de modelagem dos pontos, enfatizando, portanto, a atividade de encontrar modelos gráficos, algébricos e tabulares para "moldar" este conjunto de dados.

Nessa atividade de modelagem dos pontos com funções prototípicas, o tema escala despontou como um interessante tópico matemático. Como os eixos cartesianos da janela gráfica do computador que apareciam na tela do computador foram graduados por eles para mostrarem anos como 1970, 1975, etc... No eixo dos "x", e valores como US\$ 20.000,00; 30.000,00; etc... No eixo dos "y", a função $y=x$, por exemplo, quando primeiro "grafada" pelos estudantes, não apareceu na tela do gráfico. Após algumas discussões, chegou-se a conclusão que em verdade, não era um erro do aplicativo utilizado, Function Probe. Pelo contrário, a função estava grafada, só que estava tão achatada que ela se confundia com o eixo dos "x". Uma rica discussão tomou conta do grupo e até de outros membros da classe para que descobrissem quais seriam as funções da forma $y=ax+b$, $y=x^2+bx+c$ e $y=P2^x+b$ que teriam que ser usadas para que elas apareces-

(11) A diferença é relativa aos diversos trabalhos feitos nessa área na UNESP-Rio Claro. Nobre (1989), Gazetta (1989) e Biembengut (1990 e Burak (1987) são algumas das teses de mestrado que lidam com o assunto.

sem "de fato" na tela e pudessem ser transformadas com vistas a serem ajustadas aos dados que já se encontravam plotados na janela gráfica.

Sobre Mark, que trabalhou com fractais, a matemática trabalhada é óbvia, e a forma como trabalhou, foi mais próxima do que é comumente "estudo dirigido". Mark utilizou-se de seus conhecimentos prévios de seqüências, em especial progressões geométricas e de geometria plana básica para investigar os diversos fractais que lhe foram apresentados. Mark, como foi comentado anteriormente, chegou, com o auxílio das fichas de trabalho elaboradas por mim, a desenvolver a noção de dimensão não inteira para fractais. Ele também chegou a perceber a particularidade dos fractais como figuras que possuem área finita, mas perímetro infinito. Um programa de computador para fractais chegou a ser utilizado, mas, como o programa estava em péssimas condições, provocando "bombas" no computador com grande freqüência, o seu uso foi abandonado.

Os estudantes de G1 e G2 puderam também experimentar um pouco da interface entre matemática e economia, experimentando as potencialidades e os limites da matemática utilizada. Todos os estudantes também vivenciaram uma experiência "Lakatosiana" (Lakatos, 1976), na qual as conjecturas dos estudantes eram postas em "xeque" pelos próprios estudantes, pelo professor ou pelo desenho do aplicativo de funções que estava sendo utilizado.

Enfim, parece que, a partir de um interesse genérico por inflação e depois por aumento de preços, G1 e G2 e Mark escolheram os seus temas específicos, levando os estudantes a lidar e aprender matemática que eles antes não sabiam. Mark com os fractais, o G2 com as questões de escalas e de modelação de gráficos, de interpretação de coeficientes, e espírito crítico em relação à aplicação da matemática, e o G1 em grau menor de envolvi-

mento experimentou algumas das questões que o G2 enfrentou. Mesmo se for considerado que os membros do G1 não aprenderam nada de novo nessas nove semanas, pode-se dizer que quatro dos sete estudantes que terminaram o curso aprenderam novos temas de matemática, assim como os outros três restantes "exercitaram" o que já sabiam. Como foi mencionado, outros pontos que geralmente estão fora do currículo normal foram também desenvolvidos, como as "atividades de cientistas" que serão discutidas no próximo item.

3.4.2 Pesquisa "científica" em sala de aula

A prática, desenvolvida pelos estudantes na sala de aula, teve, muitas vezes, características que se assemelharam à prática científica. A própria idéia de escolher o problema que se quer trabalhar já é uma dessas semelhanças. Os pesquisadores, da mesma forma que os estudantes, tentam descobrir quais são os problemas interessantes para serem pesquisados. Eles também tiveram, como era esperado, que se engajar na construção de dados (com exceção de Mark), selecionando os que foram estudados no meio de uma imensa quantidade de dados sobre fenômenos complexos e que eram situações-problema "reais" para eles.

A mudança de perguntas do G1, que aparentemente alterou suas perguntas devido às informações que conseguiu, é também comum na prática científica, onde os pesquisadores diversas vezes trocam suas perguntas de acordo com as máquinas existentes para realizar dado experimentado ou até mesmo devido à existência de verbas nas agências de fomento para um projeto e não para outro que era originalmente de interesse do pesquisador. Analogamente à forma como os estudantes trocaram de perguntas devido ao fato de só terem achado respostas para algumas das suas perguntas originais e não para outras, na história

da matemática, os fractais como área de estudo foram deixados ao abandono por quase um século até que a geração de computadores dos anos 80 desse novo impulso a essa área e a fizesse tão popular.

Podem-se notar então traços dessa cultura científica na sala de aula, traços que se assemelham ao trabalho de um matemático aplicado. A primeira característica apontada (participação na formulação do problema) era parte da proposta pedagógica e não se constitui em novidade. A segunda (mudança na pergunta), sim, não era esperada. Se as características discutidas neste item irão se repetir em outras salas de aula, é um tema para se abordado em outras pesquisas do gênero, mas parece que um estudo, alicerçado em práticas, baseadas em estudos da etnomatemática, pode ser utilizado na escola, levando os alunos a ter contato com características de um cientista ou de um matemático aplicado, embora bem distantes da prática usual de muitos matemáticos puros.

3.4.3 O Envolvimento dos Estudantes

Parece razoável concluir, neste estágio preliminar da análise de dados, que G2 e Mark, que tiveram participação decisiva na escolha do tema, com o qual trabalharam, foram levados a um maior envolvimento com o estudo que realizaram. G1, por sua vez, se mostrou mais passivo, enquanto grupo, no momento da escolha do tema, e não se envolveu tanto quanto os outros, dando aparente respaldo à conjectura levantada anteriormente sobre a relação entre interesse pelo problema e aprendizagem matemática.

Entretanto, pouco se pode afirmar acerca de uma relação entre o envolvimento da escolha do tema e prática matemática em uma situação educacional até o momento. O máximo que se pode afirmar é que esse estudo não nega que exista uma forte relação entre envolvimento e prática matemática em uma dada situação.

3.4.4 Sugestões para Outros Estudos

Algumas críticas podem ser feitas ao "design" do estudo realizado em Nova Iorque. Uma primeira crítica que pode ser feita se refere à falta de "uma crítica" por parte do professor(eu) em relação dos projetos realizados. No sentido defendido por Skovsmose (in press), que também pesquisa a viabilidade de projetos de longo fôlego na sala de aula, eu deveria ter, ao final desses estudos, feito uma crítica dos projetos desenvolvidos pelos estudantes, tanto do ponto de vista matemático como do ponto de vista organizacional.

Essa crítica poderia ter possibilitado aos estudantes uma maior sistematização do que eles fizeram e ao mesmo tempo abrir novas perguntas para trabalhos que porventura eles viessem a desenvolver, seja na sua vida estudantil, seja na profissional.

Em outras palavras, o fato de se trabalhar com projetos dirigidos por alunos, com crítica e participação constantes do professor durante a execução do projeto, como foi feito neste estudo em Nova Iorque, não impede que o professor intervenha mais decididamente na etapa final visando uma sistematização do que foi feito.

Teria sido também importante que se tivesse feito um trabalho etnográfico tanto na escola quanto com a família dos estudantes, para que se pudesse investigar, a fundo, a sala de aula como grupo cultural e procurar estabelecer relações entre as características persistentes na cultura familiar e práticas na sala de aula.

A falta dessa pesquisa etnográfica e a falta de tempo suficiente para a escolha do tema também dificultaram que o tema escolhido para a pesquisa dos grupos fosse necessariamente um tema que expressasse as raízes daquela cultura, no sentido de Paulo Freire. Também o fato de eu, como pesquisador/professor, não ser uma pessoa do seu convívio diário, mas, sim, um professor episódico, com

sotaque estrangeiro, etc..., pode ter prejudicado esse estudo, no sentido de criar uma situação não convencional na escola.

Por outro lado, investigações terão que ser feitas acerca da formação permanente do professor que esse enfoque pedagógico parece requerer. Se o episódio com os fractais tivesse acontecido com um professor que ministra 30 aulas por semana, provavelmente, teria sido tratado por ele/ela de forma diferente.

Parece que a disponibilidade de dados já coletados e sintetizados em periódicos para pesquisa ao nível estudantil, um grande envolvimento do professor com esse enfoque e uma predisposição do professor para negociar parte do poder que ele/ela tradicionalmente tem tido na sala de aula são fatores que precisarão ser trabalhados para que esse método tenha alguma chance de sucesso.

Devem também ser observadas as condições particulares da "arena" na qual esse estudo foi desenvolvido para que generalizações apressadas não sejam feitas. Embora trabalhando em uma escola nos Estados Unidos, país onde a educação é extremamente formalizada, a pesquisa foi desenvolvida em uma sala com oito alunos (depois 7) e numa escola pública alternativa. É possível que, numa sala com 30 alunos, numa escola mais tradicional, os resultados parciais aqui apresentados fossem outros. Deve se ressaltar, entretanto, que dentro da ecologia da escola onde a pesquisa se realizou, turmas com 7 alunos não eram pouco comuns e raramente as turmas teriam mais do que 20 alunos.

Uma análise mais completa das fitas de vídeo com as aulas e do trabalho dos alunos-dados coletados nessa pesquisa – poderá levar a um aprofundamento dessa crítica e ao surgimento de novas críticas para outros estudos.

4. Etnomatemática e a Cultura da Sala de Aula: Qual a Conclusão?

No início deste artigo apresentei os limites das pesquisas, agrupadas sob a designação de etnomatemática. Essas pesquisas, embora estejam permeadas de uma preocupação de igualdade social, pouco têm dito sobre a sala de aula.

Por outro lado, as pesquisas "sobre cultura da sala de aula" não têm enfatizado os aspectos sociais ou o papel da escola como filtro social e etnocêntrico, embora tenham desenvolvido estudos mais detalhados sobre a cultura da sala de aula, buscando entender sua dinâmica e possibilidades de se "intervir nessa cultura".

Em seguida, discuti como uma pesquisa em etnomatemática e educação foi feita, enfatizando como o interesse daquele grupo por determinados problemas gerou uma etnomatemática possível de ser trabalhada com eles num ambiente educacional não formal, considerando-se a dialética previamente discutida entre as noções de etnomatemática, interesse e problema. Nessa dialética, etnomatemática, é vista como uma forma matemática, que expressa traços de uma dada cultura, na tentativa de resolver problemas que são expressões desta cultura.

Essa etnomatemática é, então, cultural na sua expressão e na sua gênese.

No estudo de Nova Iorque não foi feita uma etnografia, como a que foi feita na favela, o que praticamente impossibilita perceber o caráter "etno" da matemática desenvolvida na sala de aula. A falta dessa pesquisa também deixou uma outra lacuna: a falta da possibilidade de entender se o tema escolhido pelos alunos era um tema gerador, no sentido Freireano, ou não¹². Entretanto discutiu-se a potencialidade da noção de problema como fruto da explícita negociação entre estudantes e alunos. Nesse caso, a proposta de intervir na

**Nessa dialética,
etnomatemática, é vista
como uma forma
matemática, que
expressa traços de uma
dada cultura.**

cultura da sala de aula era baseada nessa visão de problema, gerando práticas diversas entre os dois grupos e Mark.

Pode-se dizer que o estudo americano teve forte inspiração do que na educação matemática brasileira se chama de modelagem *Queiroga, 1990) e buscava uma intervenção na sala de aula, da mesma forma que os estudos em cultura da sala de aula, embora usasse, não a prática do matemático como norma, mas tendo a noção de problema, como vista pela visão etnomatemática dentre outras¹³, como a base para essa intervenção.

Como foi criticado anteriormente, o estudo americano deixou diversas lacunas, e, somente com a análise preliminar desses dados, já é possível concluir que é necessário que outros estudos sejam realizados para ver se a perspectiva mais determinadamente política de cultura dos estudos de etnomatemática possa ser usada no "terreno" dos estudos em cultura da sala de aula de um modo que não só se promovam transformações na microcultura da sala de aula – vista como um subgrupo de uma sociedade complexa – assim como se mantenha a perspectiva política de promoção de diversidade cultural como um imperativo de uma sociedade democrática.

Mesmo entendendo que educação tem como um dos seus componentes uma vertente aculturadora e monocultural, esses estudos podem vir a mostrar que intervenções desse tipo na cultura da sala de aula de matemática são frutíferas. Se esse for o caso, pesquisas em etnomatemática e em etnomatemática e educação se terão mostrado frutíferas, não só co-

mo "mapeadoras" de culturas diversas, mas como fonte de inspiração para atuação na escola, uma instituição que é um dos pilares fundamentais da sociedade complexa em que vivemos e que geralmente procura ditar normas para todos os outros grupos. Se esse enfoque puder ser aplicado em uma escola, que terá que ser transformada para tal fim, a etnomatemática acadêmica, será vista como uma dentre outras, com sua devida importância reconhecida pelo professor.

Dessa forma poderemos estar desenvolvendo um modelo em que o estudante poderá se tornar mais competente em "diversas matemáticas", de forma semelhante a que vários de nós nos tornamos bilingües, ou trilingües ou poliglota.

Para se falar o inglês, o francês, o quechua ou tupi-guarani não é necessário que se esqueça o português. Analogamente poderíamos dizer que a aplicação deste enfoque etnomatemático, na sala de aula, pode levar a que os estudantes aprendam diversas etnomatemáticas. Isto estaria coerente com o fato de pertencerem a sociedades complexas onde diversas etnomatemáticas são necessárias para se desenvolverem diversos tipos de problemas (Borba, 1987a), que são frutos de interesses diversos, como mostram diversos estudos realizados em etnomatemática.

Dessa forma, sem precisar perder a "matemática materna", a escola poderia incentivar a aprendizagem de outras "línguas", como a (etno) matemática acadêmica, que está, do ponto de vista social, para as outras matemáticas assim como o inglês está para o português ou para o tupi-guarani.

(12) Um estudo informal tem sido feito por mim num curso de pré-cálculo/cálculo para alunos de Biologia na UNESP-Rio Claro, visando um estudo mais compreensivo sobre o tema no futuro próximo.

(13) É claro que essa visão do problema tem também inspirações em Dewey (1938), Freire (1992) e vários autores que se preocuparam com a noção de democracia e relações sociais na escola, embora várias dessas vertentes tenham ou ignorado as especificações da matemática e/ou sido pouco críticos da matemática.

Bibliografia

- ASCHER, M. (1991) – *Ethnomathematics: a multicultural view of mathematical ideas*. Belmont, CA, EUA: Brooks/Cole.
- ASCHER (1984) – *Mathematical ideas in non-Western cultures – História Matemática*, 11, Academic Press.
- BIEMBENGUTT, M. (1990) – *Modelação matemática como método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º Grau*. Dissertação de Mestrado, UNESP-Rio Claro, SP.
- BORBA, M.C. (1993) – *Student's understanding of transformations of functions using multi-representational software* – Tese de Doutorado, Cornell University, Ithaca, Nova Iorque, EUA.
- BORBA, M.C. (1992). *Teaching mathematics: ethnomathematics, the voice of sociocultural groups*. *The Clearing House*, 65 (3), Jan/Feb, pp. 34-135.
- BORBA, M.C. (1990a) *Ethnomathematics and education, For the Learning of Mathematics – An International Journal of Mathematics Education*, 10, #1, Montreal, Quebec, Canada.
- BORBA, M.C. (1990b) – *Student's input in the design of mathematics curriculum: a project-oriented approach*. Manuscrito não publicado.
- BORBA, M.C. (1988) – *Etnomatemática: o homem conhece o mundo de um ponto de vista matemático*. *BOLEMA*, ano 3, nº 5, UNESP-Rio Claro, SP.
- BORBA, M.C. (1987a) – *Um estudo de etnomatemática: sua incorporação na elaboração de uma proposta pedagógica para o "Núcleo-Escola da Vila Nogueira-São Quirino*. Dissertação de Mestrado, UNESP-Rio Claro, SP, Brasil.
- BORBA, M.C. (1987b) – *Etnomatemática: a matemática a favela em uma proposta pedagógica*, edited by P. Freire, A. Nogueira, D. Mazza – *Na escola que fazemos: uma reflexão interdisciplinar em Educação Popular*, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brazil: Editora Vozes.
- BORBA, M.C. and Confrey, J. (1992) – *Transformations of functions using multi-representational software: visualization and discrete points*. Um trabalho apresentado no XVI Encontro Anual do "International Group for Psychology of Mathematics Education", New Hampshire, EUA, Agosto 6-11. Resumo dos Anais, 3-149.
- CARRABER, T. And Shliemann, A.D. (1987) – *Manipulating equivalence in the market in maths*. In J.C. Bergeron, N. Herscovics, and C. Kieran (Eds.), *Proceedings of the Eleventh International Conference on the Psychology of Mathematics Education*, Julho, 1987. -Montreal, Canada, pp. 289-294.
- CONFREY, J. (1991) – *Using computers to promote student's inventions on the function concept*. Manuscrito não publicado, Cornell University, Ithaca, NY, USA.
- CONFREY, J. (1989) – *Function Probe* [computer program]. Santa Barbara, CA, USA: Intellimation Library for the Macintosh.
- CONFREY, J. And Smith, E. (1991) – *A Framework for functions: Prototypes, multiple representations and transformations*. *Proceedings of the Thirteenth Annual Meeting of the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 1, Outubro 16-19, Blacksburg, VA, USA, pp. 57-63.
- CONFREY, J. And Smith, E. (1988) – *Student centered design for educational software. Proceedings of the First Annual Conference on Technology in Collegiate Mathematics*, Outubro 27-29, Columbus, OH, USA. Addison-Wesley.
- D'AMBROSIO, U. (1985) – *Ethnomathematics and its Place in the History of Pedagogy of Mathematics, For the Learning of Mathematics – An International Journal of Mathematics Education*, 5, #1.
- DEWEY, J. (1938) – *Experience and education* – Nova Iorque: The Mac Millan.
- ERNEST, P. (Ed) (1992) – *The Newsletter of the Philosophy of Mathematics Education Network*. Exeter, Inglaterra: University of Exeter.
- FREIRE, P. (1992) – *Pedagogia da esperança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- GARNICA, V. (1992) – *A interpretação e o fazer do professor: a possibilidade do trabalho hermenêutico na educação matemática*. Dissertação de Mestrado, UNESP-Rio Claro, SP.
- GAZETTA, M. (1989) – *A modelagem como estratégia de aprendizagem matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores*. Dissertação de Mestrado, UNESP-Rio Claro, SP.
- GERDES, P. 1988. *On possible uses of traditional Angolan sand drawings in the mathematics classroom*. *Educational Studies in Mathematics*, 19 (1): 3-22.
- GOLDENBERG, E.P., Harvey, W., P., Umiker, R., West, J., Zochates, P. (1988). *Mathematical, technical and pedagogical challenges in the graphical representation of functions*. Technical Report, Cambridge, MA, USA: Educational Technology Center.
- KNIJNIK, G. (1993) – *An ethnomathematical approach in mathematical education: a matter of political power – For the Learning of Mathematics*, 13,2 FLM Publishing Association, Vancouver, Canada.
- LAKATOS, I. (1976) – *Proofs and refutations: The logic of mathematical discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LAVE, J. (1988). *Cognition in practice*. Nova Iorque, NY, USA: Cambridge University Press.
- LAVE, J. & Wenger, E. (1991) – *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Nova Iorque: Cambridge University Press.
- LAVE, J., Smith, S. & Butler, M. (1988) – *Problem solving as everyday practice*, in R. Charles & E. Silver (eds.), *Teaching and assessing of Mathematical Problem solving*, pp. 61-81. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- MASINGILKA, J. (1992) *Mathematics practice and apprenticeship in carpet laying: Suggestions for mathematics education*. Unpublished doctoral dissertation. Indiana University, Bloomington, Indiana, USA.
- MILROY, W. (1992) – *An ethnographic study of the mathematical ideas of a group of carpenters*. Reston, Virginia, EUA: NCTM.
- NOBRE, S. 1990. *Aspectos Sociais e Culturais no Desenho Curricular da Matemática*. Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
- POWELL, A. & Ramnauth, M. (1992) – *Beyond questions and answers: prompting reflections and deepening understanding of mathematics using multiple-entry logs*. *For The Learning of Mathematics*, 12, 2, Junho.
- POWELL, A. & Lopez, J. (1989) – *Writing as a vehicle to learn mathematics: a case study*. In P., Conolly & T., Vilaradi (Eds.), *Writing to learn mathematics and science*. Nova Iorque: Teachers College Press.
- A. QUEIROGA, M. (1990) – *Considerações sobre a modelagem matemática e a educação matemática*. Dissertação de Mestrado, UNESP-Rio Claro, São Paulo.
- SAVIANI, D. (1985) – *Educação: Do senso comum à consciência filosófica*. São Paulo: Cortez Editora.
- SCHOENFELD (1987) – *Cognitive science and mathematics education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- SCHOENFELD, A.H. (1985) – *Mathematical Problem Solving*. San Diego, CA, USA: Academic Press.
- SKOVSMOSE, O. (in press) – *Towards a philosophy of critical mathematics education*.

